

걸음측정계 (보수계)로 알아본 제2형 당뇨병환자의 운동량 분석

가톨릭의대 내과, 성균관의대 내과¹, 고려의대 내과², 한림의대 내과³, 이화의대 내과⁴, 연세의대 내과⁵, 을지의대 내과⁶장상아이정민·손태서·손현식·박성우¹·백세현²·유재명³·성연아⁴·안철우⁵·민경완⁶·한경아⁶

Pedometer-Determined Physical Activity in Type 2 Diabetes in Korea

Sang Ah Chang, Jung Min Lee, Tae Seo Sohn, Hyun Shik Son, Sung Woo Park¹, Sei Hyun Baik²,
Jae Myung Yu³, Yeon Ah Sung⁴, Chul Woo Ahn⁵, Kyung Wan Min⁶, Kyung Ah Han⁶*Department of Internal Medicine, College of Medicine, The Catholic University of Korea;**Department of Internal Medicine¹, Sungkyunkwan University School of Medicine;**Department of Internal Medicine², Korea University College of Medicine;**Department of Internal Medicine³, Hallym University College of Medicine;**Department of Internal Medicine⁴, Ewha Womans University College of Medicine;**Department of Internal Medicine⁵, Yonsei University College of Medicine; and**Department of Internal Medicine⁶, Eulji University College of Medicine, Seoul, Korea*

- Abstract -

Background: Walking is a popular, convenient and relatively safe form of exercise. However, there is few objective data for walking exercise. The aim of this study was to evaluate pedometer-determined physical activity defined as steps/day in type 2 diabetes mellitus. Therefore, it could be the basic data for programming walking exercise in diabetes mellitus.

Methods: Participants with type 2 diabetes who visited in 6 university hospitals on February, 2006 in Seoul and Kyung-gi area were recruited. The participants were asked their ambulatory activity with the given pedometer and calorimeter for 1 week. Total 240 (Male 122, Female 118) subjects who walked above 1000 steps/day were analyzed. We also collected their biochemical data from the medical records.

Results: Participants took 8532 ± 4130 steps for day (step/day) and energy expenditure were 320 ± 161 Cal/day. Steps/day was not significantly different between male and female, but energy expenditure was higher in male than female ($P < 0.05$). Steps/day was significantly lower in obese patients than non-obese patients ($P < 0.001$). BMI ($r = -0.325$, $P < 0.001$), waist circumference ($r = -0.287$, $P < 0.001$), triglyceride ($r = 0.164$, $P < 0.018$) showed significant inverse correlation with steps/day, but BUN ($r = 0.165$, $P = 0.019$) and HDL-cholesterol ($r = 0.164$, $P = 0.018$) were positive correlated with steps/day significantly. BMI ($r = -0.14$, $P < 0.032$) and cholesterol ($r = -0.139$, $P < 0.041$) showed significantly inverse correlation with energy expenditure and BUN ($r = 0.187$, $P = 0.008$) and HDL cholesterol ($r = 0.145$, $P < 0.037$) positively correlated with energy expenditure. Pedometer-determined steps/day was positively associated with energy expenditure ($r^2 = 0.824$, $P < 0.001$).

Conclusion: This study showed the objective quantification of physical activity measured by simple and inexpensive pedometers. It could be used to recommend walking exercise since the practitioners can estimate steps/day for required energy expenditure. (J Kor Diabetes Assoc 31:83~88, 2007)

Key Words: Exercise, Pedometer, Physical Activity

서 론

운동은 당뇨병환자에 있어서 식사요법 및 약물요법과 함께 중요한 치료방법 중의 하나이다. 그러나 당뇨병환자의 운동습관에 대한 연구를 보면 환자의 52.5 %가 운동을 하고 있고 47.5 %는 운동을 하지 않는다고 하며¹⁾, 미국에서는 66%의 당뇨병환자들이 운동을 하는 것으로 나타나서 이는 당뇨병이 아닌 사람들의 운동 참가율인 59%보다 높지만, 당뇨병에 있어 운동이 중요한 치료 방법임을 감안할 때 아직도 많은 당뇨병환자들이 운동을 하지 않는 것으로 나타나 있다²⁾.

운동을 하는 사람에 있어서 당뇨인과 비당뇨인 간의 운동 양상의 차이를 보면, 당뇨병환자들은 비당뇨인에 비해 운동의 횟수나 지속시간, 일주일간의 운동량에는 차이가 없었다. 그러나 운동의 종류 선택에 있어서 강도 높은 운동인 조깅, 테니스, 댄스, 사이클링, 스키보다는 저강도의 운동인 걷기를 선호하였다²⁾. 우리나라 당뇨병환자들의 경우도 가장 선호하는 운동이 걷기와 등산이므로¹⁾, 당뇨병환자에 있어서 운동을 권유하거나 시작하게 할 경우, 걷기는 쉽게 접근하여 시작할 수 있는 운동이라고 할 수 있다.

그러나 아직까지 걷기 운동에 대한 연구는 미비하며, 객관적으로 환자들에게 추천할만한 프로그램이 거의 없는 실정이다. 따라서 당뇨병환자들에게 추천할 만한 걷기 운동 프로그램의 개발이 필요하며, 이는 당 조절 및 적절한 에너지 소비를 할 수 있고, 객관적으로 측정할 수 있으면 더욱 실용적이라 할 수 있다.

걸음측정계 (보수계)는 간편하게 사용할 수 있고, 걷기를 계량화 할 수 있어 환자의 운동량을 객관적으로 측정할 수 있다. 본 연구는 당뇨병환자들에서 걸음측정계를 사용하여 운동량을 측정함으로써, 당뇨병환자들에서 적절한 걷기 운동과 그 프로그램 개발의 기초 자료를 삼고자 하였다.

방 법

1. 대상

2006년 2월에 서울과 경기도 지역의 6개 대학 병원에 방문한 제2형 당뇨병환자 240 명을 대상으로 하였다. 제1형 당뇨병환자, 심한 관절염이나 중증 질환이 있어서 걷기에 불편한 환자, 추적 관찰이 어려운 환자, 조사를 거부하는 환자는 제외하였다.

2. 측정

1) 신체 계측, 걸음 수 측정

대상자들의 키, 체중, 허리둘레, 혈압을 측정하였다.

체질량지수 = 체중 (Kg) / 키 (m)²의 공식으로 구하였으며, 체질량지수 25이상을 비만환자로 정의하였고, 25미만은 비비만 환자로 정의하였다.

대상자에게 걸음측정계 (헬쓰엔진 만보계, HE 550, Japan) 및 칼로리 측정계를 주고 그 사용법을 설명하고, 간단한 운동 일지 작성법을 설명한 후 1주일 후에 수거하였다. 걸음측정계는 기상 시부터 자기 전까지 차게 하였다

2) 칼로리 측정

측정환자에게 12 m의 거리를 느린 걸음, 보통 걸음, 빠른 걸음으로 걷게 하여, 각각의 보폭을 측정하였다. 보폭과 몸무게를 입력하여 걸음 측정계에 프로그램 된 칼로리 측정이 계산되도록 하였다. 칼로리측정계는 기상 시부터 자기 전까지 하루 종일 일주일간 차고 반납하였다.

3) 자료 수집

당뇨병 합병증 유무, 당뇨병 치료방법들에 대한 자료를 의무 기록을 통하여 수집하였으며, 3개월 이내의 생화학적 검사 자료 (공복 혈당, 당화 혈색소, 혈청 콜레스테롤, 중성 지방, 저밀도 지단백 콜레스테롤, 고밀도 지단백 콜레스테롤)도 수집하였다.

3. 통계분석

통계처리는 SPSS 11.0 통계 프로그램을 이용하여 측정 항목별 평균 및 표준편차를 구하였으며, 각 성별에 따른 항목의 차이는 t-test 로 보수와 칼로리 소비량에 영향을 주는 인자들은 피어슨 상관계수로 검정하였다. 유의수준은 $P < 0.05$ 로 하였다.

결 과

1. 대상자의 임상특징

대상환자는 총 240명으로 남자 122명 (51%), 여자 118명 (49%) 이었다. 나이는 평균 57.4세였고, 체중은 64.8 kg, 평균 당화혈색소는 7.5%, 공복혈당은 8.4 mmol/L이었다 (Table 1). 환자의 연령대는 40대 이전이 3.3%, 50대는 20.5%, 60대는 37.2%, 70대 이후는 9.2%로 50~60대 연령이 가장 많은 분포를 차지하였다.

혈당조절 방법은 경구혈당강하제를 쓰는 환자가 74%로 가장 많았고, 인슐린은 17.4%, 경구혈당 강하제와 인슐린을 같이 쓰는 환자는 0.9%, 식사와 운동만으로 조절하는 환자는 7.7%이었다. 당뇨병 미세혈관 합병증의 유병률을 보면 당뇨병성 망막증 29.2%, 당뇨병성 신증 11.7%, 당뇨병성 신경병증이 25 %였으며, 합병증이 없는 경우가 47%이었다.

당뇨병성 대혈관 합병증의 위험인자인 고혈압을 동반하고 있는 환자는 41.3%, 고지혈증이 있는 환자는 15.4%이었고, 허혈성 심 질환이 있는 환자는 7.1%, 뇌혈관 질환 2.1%이었다. 그 밖의 관절염을 동반하고 있는 경우가 4.2%이었다.

2. 하루 및 일주일간의 평균걸음 및 에너지 소비량 (Table 2)

결음측정계로 나타난 환자의 하루 신체 활동량을 보면, 일일 평균 8,534 \pm 4,130 걸음이었고, 일주일 평균 59,723 \pm 28,912 걸음이었다. 하루 평균 에너지소비량은 320 \pm 161 Cal, 일주일 평균 에너지소비량은 2,240 \pm 1,130 Cal이었다. 환자들의 연령군별로 하루 및 일주일 평균 걸음 및 에너지 소비량의 차이는 없었다.

성별의 차이를 보면 일일 평균 걸음과 주당 평균 걸음은 남녀 간에 차이를 보이지 않았다. 그러나 에너지소비량은 남자에서 모두 의의 있게 높게 나타났다.

비만과 비비만에 따른 걸음과 에너지 소비량의 차이를 본 결과 비만환자에서 하루 및 주당 걸음이 유의하게 낮았다 ($P < 0.001$). 에너지 소비량은 비만 환자가 비비만 환자에 비해 통계적으로 유의하지 않으나, 낮은 경향을 보이고 있었다 ($P = 0.06$).

3. 걸음 수 및 에너지 소비량과 대사성 요인 간의 상관관계

걸음과 관계 있는 요소들을 분석하였다. 걸음은 체질량지수 ($r = -0.325$, $P < 0.001$), 허리둘레 ($r = -0.287$, $P < 0.001$), 중성지방 ($r = -0.164$, $P = 0.018$)과 유의한 음의 상관관계를 보였으며, BUN ($r = 0.165$, $P = 0.019$)과 고밀도 지단백 콜레스테롤 ($r = 0.164$, $P = 0.018$)과는 양의 상관관계를 보였다 (Table 3). 에너지 소비량은 체질량지수 ($r = -0.14$, $P = 0.032$) 및 총 콜레스테롤 ($r = -0.139$, $P = 0.041$)과 유의한 음의 상관관계를 보였고, 걸음과 마찬가지로 BUN ($r = 0.187$, $P = 0.008$)과 고밀도지단백 콜레스테롤 ($r = 0.145$, $P = 0.037$)과 양의 상관관계를 보였다 (Table 4).

4. 평균 걸음에 따른 에너지 소비량

단순 회귀 분석에서 하루 걸음 수에 따른 에너지 소비량은 선형 관계를 보였다 ($r^2 = 0.824$, $P < 0.001$) (Fig. 1). 단순 회귀 모형에서 하루 에너지 소비량을 종속변수로, 걸음 수를 독립변수로 놓았을 때 회귀식은 다음과 같았다.

$$\text{하루 에너지 소비량 (Y)} = 0.0 + 0.04 \times \text{걸음 수 (X)}$$

Table 1. The Clinical Characteristics of the Subjects

	Total	Males	Females
N	240	122	118
Age (years)	57.2 \pm 10.5	57 \pm 10.0	57 \pm 9.8
Height (cm)	162.5 \pm 7.9	167.7 \pm 6.0	156.9 \pm 5.0*
Weight (kg)	64.9 \pm 8.7	68.6 \pm 8.9	60.8 \pm 8.7*
WC (cm)	87.0 \pm 8.1	88.8 \pm 7.	85.2 \pm 8.2*
BMI (kg/m ²)	24.6 \pm 2.9	24.4 \pm 2.6	24.7 \pm 3.2
SBP (mmHg)	128.2 \pm 14.4	129.8 \pm 14	126.6 \pm 14
DBP (mmHg)	78.6 \pm 8.8	79 \pm 7.8	78 \pm 9.7
HbA1c (%)	7.5 \pm 1.4	7.4 \pm 1.3	0.0 \pm 1.3
FBS (mmol/L)	8.4 \pm 2.6	8.8 \pm 2.7	8.0 \pm 2.3*
TC (mmol/L)	4.63 \pm 0.86	4.54 \pm 0.78	4.73 \pm 0.91
TG (mmol/L)	1.58 \pm 0.80	1.63 \pm 0.85	1.52 \pm 0.72
HDL-C (mmol/L)	1.24 \pm 0.30	1.21 \pm 0.26	1.27 \pm 0.28
LDL-C (mmol/L)	2.60 \pm 0.30	2.62 \pm 0.65	2.58 \pm 0.85

Values are mean \pm S.D.

* $P < 0.05$ between males and females.

Table 2. Pedometer Determined Steps and Energy Expenditure for Total Samples and Each Gender Group

	Total (n = 240)	Males (n = 122)	Females (n = 118)
Steps/day	8532 \pm 4130	8654 \pm 3841	8401 \pm 4420
Cal/day	320 \pm 161	340 \pm 160	299 \pm 161*
steps/week	59723 \pm 28912	60585 \pm 26884	58840 \pm 30944
Cal/week	2240 \pm 1130	2382 \pm 1118	2092 \pm 1127*

Values are mean \pm S.D.

* $P < 0.05$ between males and females

고 찰

본 연구는 일상생활을 하는 한국인 제2형 당뇨병환자에서 간단하고 비용이 저렴한 걸음 측정계를 사용하여 신체 활동을 최초로 측정하였다. 본 연구에서는 하루 평균 8,515 ± 4,130 걸음으로 서양인들의 비슷한 연령에서 비당뇨인을 대상으로 측정한 연구보다 높은 수치를 보이고 있다. Tudor-Locke 등은 109명의 어른에서 하루 평균 7,370 ± 3,080 걸음을 기록하였으며³⁾, McClung 등은 58명의 정상 성인에서 하루 7,781 ± 2,807 걸음을 기록하였다⁴⁾. 또한 Tudor-Locke가 160명의 당뇨병환자들을 대상으로 한 연구에서는 하루 6,662 ± 3,077 걸음을 기록하여서 비당뇨인보다 적게 걸어 활동량이 떨어지는 것을 시사하였다⁵⁾. 그러나 본 연구에서 우리나라 당뇨인들은 서양인의 당뇨병환자 및 비당뇨인들 보다 많이 걷는 것으로 기록되어 일상생활에서 더욱 적극적으로 걷기를 하고 있음을 알 수 있었다.

연령군은 50대와 60대가 가장 많은 분포를 차지하고 있었지만 각 연령군별로 걸음 및 에너지 소비량의 차이는 없

었다. 따라서 나이가 들수록 신체 활동량이 떨어지는 일반적인 통념과는 별도로 환자들의 병에 대한 조절의 욕구가 나이가 들어도 신체 활동을 위축시키지 않음을 간접적으로 시사한다고 할 수 있겠다. 성별에 따른 걸음 수의 차이는 없었다. 그러나 같은 걸음을 걷더라도 남자에서 에너지 소비량이 높았던 것은 일반적으로 남자가 여자보다 체중이 많고, 근육량이 많아 에너지 소비가 더 되었을 것으로 추측하였으나, 대상자들의 근육량을 직접적으로 측정한 것이 아니어서 근육량이 원인이라고 단정할 수는 없었다. 그렇지만 걸음 수는 운동량만으로 반영되지만, 에너지 소비량은 운동과 운동의 효율성뿐만 아니라 성, 연령, 체질량을 반영하는 것과 관계 있다고 할 수 있다⁶⁾.

비만환자는 비비만 환자보다 적게 걷는 것을 알 수 있었다. 따라서 비만환자에게 평소보다 좀 더 걷기를 요구하는 것은 환자의 신체 활동량 및 에너지 소비량을 증가시키는 데 도움이 될 것이다.

걸음 수와 음의 상관관계를 갖는 요인으로서는 체질량지수, 허리둘레 및 중성지방이었다. 이는 비만 및 복부 비만, 대사

Table 3. Correlations between Pedometer-determined Steps and Metabolic Parameters

	r	P
Age (years)	-0.35	0.595
BMI (kg/m ²)	-0.325	<0.001
WC (cm)	-0.287	<0.001
SBP (mmHg)	-0.01	0.885
DBP (mmHg)	-0.048	0.488
HbA1c (%)	-0.12	0.071
FBS (mg/dL)	-0.094	0.148
BUN (mg/dL)	0.165	0.019
Cr (mg/dL)	0.007	0.915
TC (mg/dL)	-0.123	0.071
TG (mg/dL)	-0.164	0.018
HDL-C (mg/dL)	0.164	0.018
LDL-C (mg/dL)	-0.107	0.284

Table 4. The Correlations between Pedometer-determined Energy Expenditure and Metabolic Parameter

	r	P
Age (years)	-0.69	0.292
BMI (kg/m ²)	-0.14	0.032
WC (cm)	-0.86	0.188
SBP (mmHg)	-0.003	0.967
DBP (mmHg)	-0.011	0.873
HbA1c (%)	-0.124	0.061
FBS (mg/dL)	-0.07	0.286
BUN (mg/dL)	0.187	0.008
Cr (mg/dL)	0.016	0.815
TC (mg/dL)	-0.139	0.041
TG (mg/dL)	-0.109	0.118
HDL-C (mg/dL)	0.145	0.037
LDL-C (mg/dL)	-0.117	0.243

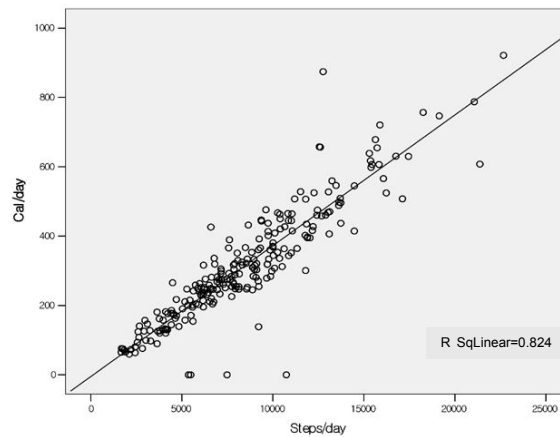


Fig. 1. The correlation of pedometer determined steps and energy expenditure.

성 증후군과 신체 활동량과의 관계를 잘 나타낸 것이라 할 수 있다. 체질량지수가 걸음과 음의 상관관계를 갖는 것은 다른 당뇨병 및 비당뇨인들 및 소아에서의 연구들과도 일치하는 소견이었다^{3-5,7)}. 체질량지수뿐만 아니라 걸음 수와 대사성 증후군의 관계에 대한 연구와도 본 결과는 일치하는 소견이었는데, Chan 등은 적게 걸을수록 체질량지수 및 허리둘레, 확장기 혈압 등의 대사성 증후군의 구성인자와 관계 있다고 발표하였다⁸⁾. 본 연구에서는 체질량지수 및 허리둘레 중성지방에서 걸음 수와 유의한 음의 관계가 있는 것으로 나와 비록 횡단면 연구이지만, 적게 걸을수록 대사성 증후군과 관계있다는 것을 보여주는 또 하나의 증거라고 할 수 있겠다.

고밀도지단백 콜레스테롤은 걸음 수와 양의 상관관계가 있음을 알 수 있었다. 이는 운동을 하면 지질 대사에 이로우며, 특히 고밀도지단백 콜레스테롤을 올리는 연구들과 일치하는 소견이라고 할 수 있겠다⁹⁾.

걸음 수와 에너지 소비량과는 본 연구에서 높은 상관관계를 보여주었다 ($r^2 = 0.824$). 걸음측정계로 측정한 에너지 소비량과 다른 직간접적인 에너지 소비량 측정과의 관계는 중등도 정도 (median $r = 0.6$)의 관계가 있다고 발표되어 있다¹⁰⁾. 그러나 에너지 소비량은 여러 측정 방법에 따라 다르고, 측정한 대상자들의 집단에 따라 다르므로, 걸음 측정계의 결과와 다른 측정 방법 간의 관계는 복잡해 질 수 있다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 일단은 외래에서 운동을 적극적으로 하는 환자들을 대상으로 하였으므로 일반적인 당뇨병환자의 활동량보다 활동량이 높게 측정 될 수 있는 것을 들 수 있다.

그리고 하루 전체의 일상생활을 대상으로 측정하였으므로 운동 시의 걸음 수와 에너지 소비량은 알 수 없었다. 또한 일주일간의 짧은 기간의 횡단면적 연구이므로, 운동에 의한 장기간의 이익과 변화에 대한 자료는 얻을 수 없었고,

에너지 소비량 측정도 calorimetry를 사용한 것이 아니어서 정확한 에너지 소비량이 아닐 수 있다는 것 등이다. 그렇지만, 비록 걸음측정계가 전체적인 육체적 활동 및 에너지 소비량을 측정하는 정확하고 최선의 방법은 아닐지라도, 이의 간단함과 경제적 부담이 없는 점, 쉽게 사용 할 수 있는 점 등이 대상자들의 일상 생활에서 우발적인 활동량 및 의도적인 활동량을 측정하는 객관적이고 유용한 방법임을 부인 할 수는 없다.

결론적으로 한국인 제2형 당뇨병환자들은 하루 평균 8,500걸음을 걷고 있었으며 이에 따른 에너지 소비량은 약 320 Cal이었다. 연령과 성별에 따른 걸음수의 차이는 없었으며, 비만인 환자에서 비비만 환자보다 덜 걷는 것을 알 수 있었다. 걸음 측정계는 환자의 운동량을 객관적으로 측정할 수 있는 유용한 방법이며, 걸음 수에 따른 에너지 소비량을 계산하여 환자들에게 운동으로 권장되는 에너지 소비를 위해 걷기운동의 걸음 수를 추정하여 줄 수 있겠다.

요 약

연구배경: 제2형 당뇨병환자에서 걸음 측정계로 객관적인 신체 활동량을 측정하여, 적절한 에너지 소비를 위한 걷기 운동 프로그램의 기초 자료로 사용하고자 하였다.

방법: 2006년 2월 서울과 경기도 지역의 6개 대학병원에 방문한 18세 이상의 외래 환자들을 대상으로 횡단면적 연구를 하였다. 환자들의 신체 계측을 한 후 걸음 측정계와 칼로리 측정계를 주어 일주일간 아침 기상부터 자기 전까지 착용하도록 한 후 반납하도록 하였다.

240명을 대상으로 내원 3개월 이내의 생화학적 검사 및 합병증, 치료방법들을 의무기록을 통하여 수집하였다.

결과: 걸음 측정계로 측정한 하루 평균 걸음 수는 8,500보, 평균 에너지 소비량은 320 Cal, 일주일 평균 걸음 수는 59,000보, 평균 에너지 소비량은 2,200 Cal이었다. 평균 걸

음 수는 성별, 연령에 따른 차이는 없었지만, 비만이 비비만 환자보다 유의하게 낮았다 ($P < 0.001$). 평균 에너지 소비량은 남자에서 여자보다 유의하게 높았고 ($P < 0.05$), 비만 환자에서 비비만 환자보다 낮은 경향을 보였다. 평균 걸음 수는 체질량지수 ($r = -0.325$, $P < 0.001$), 허리둘레 ($r = -0.287$, $P < 0.001$), 중성지방 ($r = -0.164$, $P = 0.018$)과 음의 상관관계를 보였고, BUN ($r = 0.165$, $P = 0.019$), 고밀도지단백 콜레스테롤 ($r = 0.164$, $P = 0.018$)과는 양의 상관관계를 보였다. 평균 에너지 소비량은 체질량지수 ($r = -0.14$, $P = 0.032$), 총 콜레스테롤 ($r = -0.139$, $P = 0.041$)과 음의 상관관계를 보였고, BUN ($r = 0.187$, $P = 0.008$), 고밀도지단백 콜레스테롤 ($r = 0.145$, $P = 0.037$)과는 음의 관계를 보였다. 평균걸음 수와 에너지 소비량은 높은 상관관계를 보였다 ($r = 0.824$).

결론: 걸음 측정계로 제2형 당뇨병환자의 신체 활동량을 객관적으로 측정할 수 있었다. 이 결과로 평균 걸음 수에 따른 에너지 소비량을 계산할 수 있으며, 걷기 운동 시 권장되는 에너지 소비를 위한 걸음 수를 추정하여 줄 수 있겠다.

참 고 문 헌

1. 민경완, 손태서, 박용문, 홍영선, 김연수, 박이병, 박강서, 이관우, 김인주, 한경아, 유재명, 손현식, 백세현, 이원철, 조정구, 이형우, 박성우: 한국인 제2형 당뇨병 운동습관에 대한 다기관 연구. *당뇨병* 29:517-25, 2005
2. Ford ES, Herman WH: *Leisure-time physical activity patterns in the U.S. diabetic population, Findings from the National Health Interview survey-Health promotion and Disease prevention supplement. Diabetes Care* 18:27-33, 1995
3. Tudor-Locke CE, Ainsworth BE, Whitt MC, Thompson RW, Addy CL, Jones DA: *The relationship between pedometer-determined ambulatory activity and body composition variables. Int J Obes Relat Metab Disord* 25:1571-8, 2001
4. McClung CD, Zahiri CA, Higa JK, Amstutz HC, Schmalzried TP: *Relationship between body mass index and activity in hip or knee arthroplasty patients. J Ortho Res* 18:35-9, 2000
5. Tudor-Locke CE, Bell RC, Myers AM, Harris SB, Lauzon N, Rodger NW: *Pedometer-determined ambulatory activity in individuals with type 2 diabetes. Diabetes Res Clin Prac* 55:191-9, 2002
6. Tudor-Locke CE, Myers AM: *Challenges and opportunities for measuring physical activity in sedentary adults. Sports Med* 31:91-100, 2001
7. Rowlands AV, Eston RG, Ingledew DK: *Relationship between activity levels, aerobic fitness, and body fat in 8-10-year-old children. J App Physiol* 86:1428-35, 1999
8. Chan CB, Spangler E, Valcour J, Tudor-Locke C: *Cross-sectional relationship of pedometer determined ambulatory activity to indicator of health. Obes Res* 11:1563-70, 2003
9. Sugiura H, Sugiura H, Kajima K, Mirbod SM, Iwata H, Matsuoka T: *Effects of long-term moderate exercise and increase in number of daily steps on serum lipids in women; randomized controlled trial. BMC Women's Health* 2:3, 2002
10. Tudor-Locker C, Williams JE, Reis JP, Pluto D: *Utility of pedometers for assessing physical activity: convergent validity. Sports Med* 32: 795-808, 2002